

Ich-kann-Liste

Die Fragenliste dient zur Selbstreflexion Ihrer bereits vorhandenen Kompetenzen und als Zielangabe für die neu zu erwerbenden Teilkompetenzen. Beantworten Sie bitte folgende Fragen:

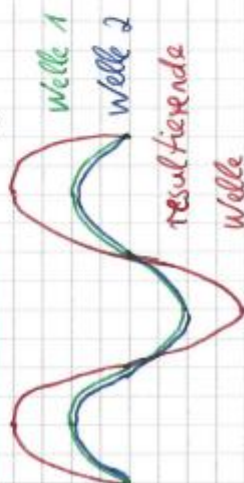
Ich kann...	stimmt völlig: ++		Bemerkungen, Hinweise, exemplarische Aufgabe	
	stimmt eher: +			
	stimmt wenig: -			
	stimmt nicht = --			
Datum	vorher	nachher		
Sachkompetenz bereits vorhanden				
...longitudinale und transversale Wellen vergleichen.			Heftaufschrieb von Stunde 1 + 2	
...Wellenberge und Wellentäler bei fortschreitenden Wellen beschreiben.			Heftaufschrieb von Stunde 1 + 2	
...die Ausbreitung von mechanischen Wellen erklären.			Heftaufschrieb von Stunde 1 - 4	
...mechanische Wellen durch die Kenngröße λ beschreiben.			Heftaufschrieb von Stunde 3 + 4	
...mechanische Wellen durch die Kenngrößen T und f beschreiben.			Heftaufschrieb von Stunde 3 + 4	
...die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen berechnen.			Heftaufschrieb von Stunde 3 + 4	
Sachkompetenz neu				
...den Begriff Interferenz bei mechanischen Wellen erklären.			Cornelsen S. 217	
...den Versuchsaufbau einer 2-Quellen-Interferenz beschreiben.			Cornelsen S. 217	
...Maxima und Minima in einem Interferenzmuster unterscheiden.			Arbeitsblatt 2, Aufgabe 1 Dorn-Bader S. 309	
...das Superpositionsprinzip bei der Überlagerung von mechanischen Wellen anwenden.			Cornelsen S. 217 und Dorn-Bader S. 308	
...den Unterschied zwischen einer konstruktiven und destruktiven Interferenz erklären.			Dorn-Bader S. 309	
...Größen, welche das Interferenzmuster beeinflussen, nennen.			Arbeitsblatt 2, Aufgabe 2	
Erkenntnisgewinnungskompetenz				
...Fragestellungen zu einem physikalischen Sachverhalt identifizieren und formulieren.			Arbeitsblatt 1	
...Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Informationen entwickeln.			Arbeitsblatt 2	
...ein Phänomen mithilfe von Experimenten modellieren.			Arbeitsblatt 2	
...ein Experiment planen und auswerten.			Arbeitsblatt 3	
...theoretische Überlegungen und Modelle auf eine Alltagssituation anwenden.			Hausaufgabe	
...in einem außerfachlichen Kontext eine rationale Entscheidung treffen.			Hausaufgabe	

Tafelbild

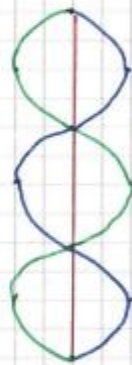
① Überlagerung von mechanischen Wellen

② Bei der Überlagerung von Wellen gilt das Superpositionsprinzip.
Interferenz ist die ungestörte Überlagerung gleichartiger Wellen.

konstruktive Interferenz



destruktive Interferenz

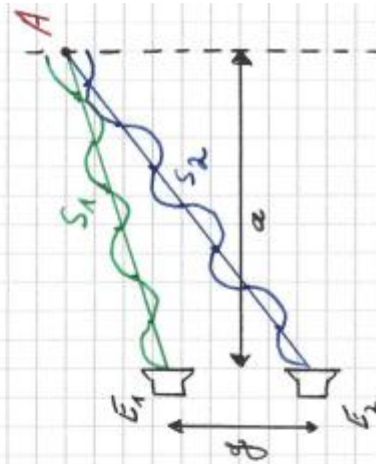


für gleichartige Wellen: $f_1 = f_2$ und $\lambda_1 = \lambda_2$

Das Interferenzmuster mit Maxima und Minima wird beeinflusst durch: f , λ und g (=Erregungsabstand)

③

⑤ 2-Quellen-Interferenz



1. Minimum für A

$$\Delta S = S_2 - S_1 = 1 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

ΔS = Gangunterschied

Arbeitsblatt 1

WISSENSCHAFT PHYSIK: Wie Riesenwellen entstehen

von Norbert Lossau (Chefkorrespondent Wissenschaft der WELT), veröffentlicht am 7. März 2017

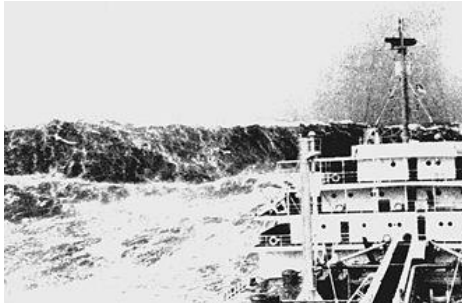


Abb.: Riesenwelle auf offener See.

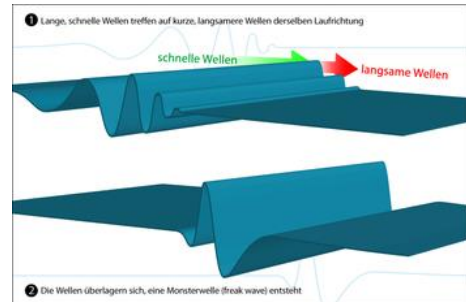


Abb.: Überlagerung vieler Wellen.

„Seit Jahrhunderten haben Seefahrer von riesigen Wellen berichtet, die auf hoher See ganze Schiffe in den Abgrund ziehen können. Lange wurden diese Berichte als Seemannsmärchen abgetan. Es waren die Ölbohrplattformen, die schließlich die Zweifel an den Schilderungen der Matrosen ausgeräumt haben. In den vergangenen 20 Jahren wurden auf solchen Plattformen tausende Monsterwellen beobachtet.“

Keine Zweifel über Existenz von Riesenwellen

Im Jahr 1995 wurde eine norwegische Ölplattform von einer 26 Meter hohen Welle getroffen. Wenig später wurde das Kreuzfahrtschiff „Queen Elizabeth 2“ von einer Riesenwelle getroffen und beschädigt. Heute wird die Existenz von Monsterwellen (freak waves) nicht mehr bezweifelt. Sie treten in allen Weltmeeren auf und können eine Höhe von mehr als 30 Metern erreichen. Die Existenz dieser Superwellen lässt sich inzwischen auch durch die Messungen von hochsensiblen Satelliten belegen.

Überlagerung vieler Wellen

Natürlich ist eine Hoffnung der Forscher, die sich mit Monsterwellen beschäftigen, dass man diese rechtzeitig vorhersehen und Schiffe warnen könnte. Umstritten ist jedoch unter den Wissenschaftlern, wie die riesigen Wellen entstehen. Dass es sich dabei grundsätzlich um die Überlagerung vieler Wellen handeln muss, ist klar. Bei der Überlagerung (Interferenz) können sich dann die Wellenhöhen addieren.“

Ungeklärt sind jedoch die weiteren Mechanismen, welche eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Riesenwellen spielen könnten.

Aufgabe: **Entwickeln Sie physikalische Fragestellungen zu dem Naturereignis aus dem Video und dem oben genannten Text? (Methode: Think – Pair – Square)** **(E1)**

Quellen:

Textauszüge in Hochzeichen aus <https://www.welt.de/wissenschaft/article162637234/Wie-Monsterwellen-entstehen.html>

Abbildungen aus <https://de.wikipedia.org/wiki/Monsterwelle>

Info-Blatt zu Arbeitsblatt 2

Informationen für die Bearbeitung von Arbeitsblatt 2

1) Experiment Wellenwanne für 2-Quellen-Interferenz

Bedienelemente der Wellenwanne:

Vibrationsgenerator mit Lichtquelle

Der Vibrationsgenerator wird zusammen mit der Wellenwanne eingesetzt. Er dient gleichzeitig als Steuerung für die Lichtquelle. Diese kann als stetige Beleuchtung oder als Stroboskopbeleuchtung verwendet werden, wodurch entweder ein bewegtes oder ein stehendes Wellenbild erzeugt werden kann. Der in Schritten von 0,1 Hz einstellbare Frequenzbereich des Vibrationsgenerators liegt zwischen 1,0 und 50 Hz. Ein Motor erzeugt die genaue und ruhige Auf- und Abbewegung der Wellenerregerarme. Mit zwei Drehknöpfen am Vibrationsgenerator werden die Eintauchtiefe und die Amplitude eingestellt.

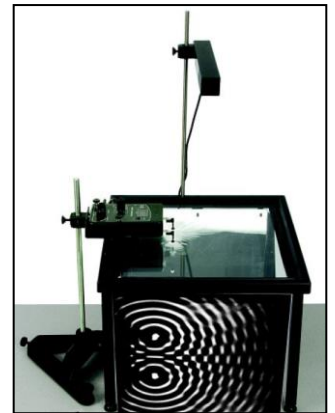


Abb.: Wellenwanne

Aufsätze für den Vibrationsgenerator: Zum Vibrationsgenerator gehören ein Erreger für zwei punktförmige Wellenerreger. Diese sind an einem Halteclip an der Spitze des Erregerarms flexibel befestigt.

Quelle: https://www.conatex.com/media/manuals/BADE/BADE_1077054.pdf

2) Simulation PhET Wave Interference

a) App PhET



Abb.: Screenshot Desktop

b) Simulation Wave Interference

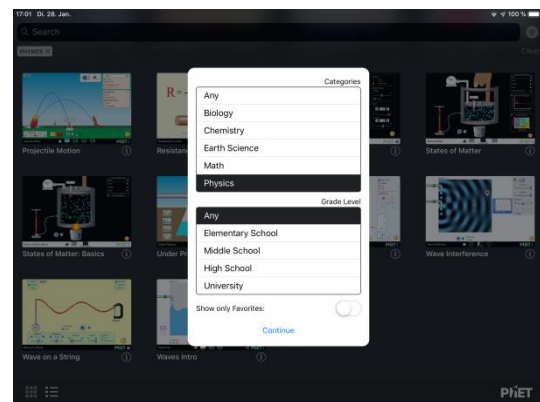


Abb.: Screenshot Menüauswahl Physik

c) 2-Quellen-Interferenz

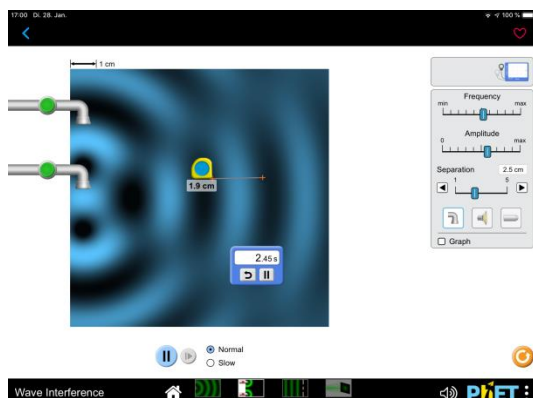


Abb.: Screenshot Einstellungen

Arbeitsblatt 2

Hinweise:

Zur Beantwortung der Aufgaben 1) und 2) stehen folgende Materialien zur Verfügung:

- a) das Experiment Wellenwanne
- b) die Simulation PhET Wave Interference
- c) das Schulbuch Cornelsen Physik Oberstufe
- d) gestufte Hilfen



Abb.: Regentropfen

Aufgabe 1: Stellen Sie eine Hypothese zur Entstehung des Interferenzmusters bei einer 2-Quellen-Interferenz auf. (E2, E4)

Aufgabe 2: Untersuchen Sie den Einfluss von verschiedenen Größen auf das Interferenzmuster. (E2, E4)

Zusatz-Aufgabe: Beurteilen Sie anhand des Fachartikels (siehe Internet-link), ob Riesenwellen physikalisch modelliert und erklärt werden können? (S2)
<https://www.weltderphysik.de/gebiet/erde/atmosphaere/meere/monsterwellen/riesenwellen/>

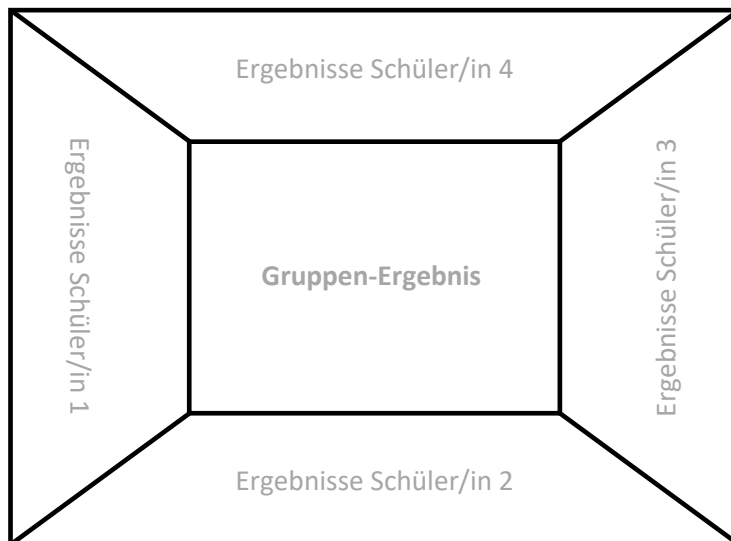
Arbeitsblatt 3 nur für Doku-Kamera



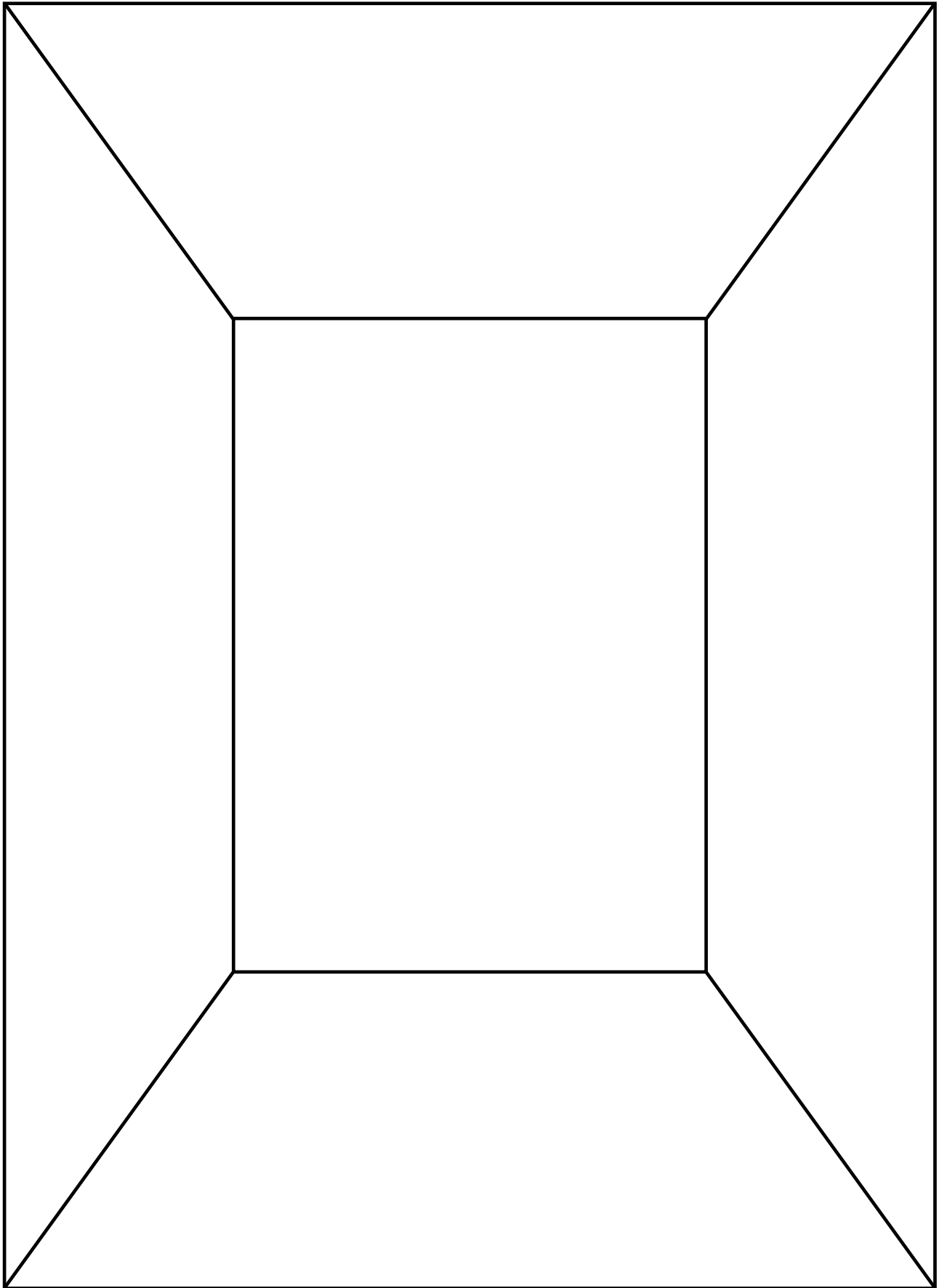
Arbeitsauftrag zur Überlagerung von Schallwellen

Planen Sie ein Experiment, um zu untersuchen, ob die Interferenz von Schallwellen im Klassenzimmer wahrgenommen werden kann. (E5)

Bearbeiten Sie die Aufgabe in 4-er Gruppen mit der Placemat-Methode.



Placemat-Vorlage zu Arbeitsblatt 3



Hausaufgabe

Optimaler Hörgenuss mit Noise-Cancelling-Kopfhörer für S1, E10 und B3



Ein Knopfdruck, und der Umgebungslärm verstummt. Kopfhörer mit einer aktiven Lärmkompensation (ANC-Technik = Active Noise Cancelling) können störende Außengeräusche kompensieren. Wer viel unterwegs ist, kann sich zum Beispiel im Flieger oder Zug etwas mehr Ruhe gönnen. Diese Kopfhörer unterschiedlicher Hersteller werden auch auf Baustellen eingesetzt und sind ebenfalls beliebt im Freizeitbereich.

Bei der Auswahl der Kopfhörer sind folgende Kriterien zu betrachten:

- (A) Klang
- (B) Filtertechnik
- (C) Akku
- (D) Steuerung

Teilaufgaben 1

S1, E10

Erläutern Sie mithilfe einer Recherche, wie die Geräuschunterdrückung bei Noiseless-Kopfhörern funktioniert.

Teilaufgaben 2

B3

Beschreiben Sie, wie die Kriterien (A) bis (D) erfüllt werden müssen, um einen optimalen Betrieb der Kopfhörer zu sichern.

Teilaufgaben 3

B3

Geben Sie ein weiteres, oben nicht genanntes Kriterium an. Erläutern Sie, wie sich ihre Entscheidung aus Teilaufgabe 2 durch die Berücksichtigung dieses Kriteriums ändern könnte.

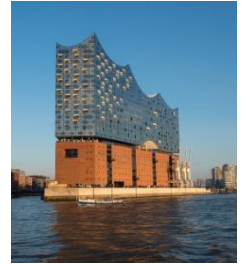


Abb.: Elbphilharmonie

Kompetenzcheck für E1, E2, E4, E10, B2, B4:

Thema: Überlagerung von Schallwellen im Konzertsaal.
Anschließen von Stereolautsprechern.
Bewertung der Raumakustik der Elbphilharmonie.
Zeit: 90 Minuten

Die Abstrahlcharakteristik von Lautsprechern ist wichtig für die Beschallung von Räumen. Die zwei Tieftonlautsprecher eines Konzertsaales strahlen kugelförmig in den Raum. Beide Lautsprecher sind zu Testzwecken an einen Frequenzgenerator angeschlossen. Die Frequenz des eingestellten Sinustones beträgt 200 Hz. Die Intensität des Tones wird mit einem empfindlichen Messmikrofon registriert. Der Abstand der Lautsprecher zur ersten Sitzreihe und die Abstände zwischen den Sitzreihen betragen jeweils 1,5 m. In der Betriebsanleitung der Lautsprecheranlage wird darauf hingewiesen, dass beim Anschließen der Lautsprecher auf die Polung der Lautsprecher zu achten ist. Die rot und schwarz markierten Doppelkabel für die unterschiedliche Polung, sollen bei den rechten und linken Ausgangskanälen der Verstärkeranlage und den Anschlüssen der beiden Lautsprecher, jeweils farblich korrekt zugeordnet, angeschlossen werden.

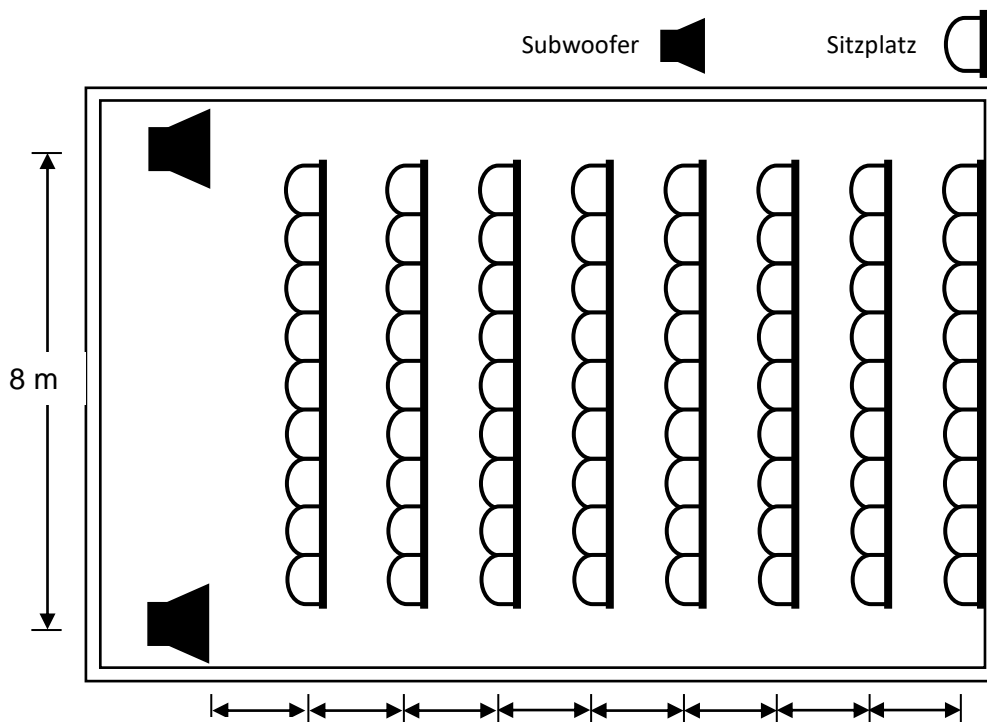


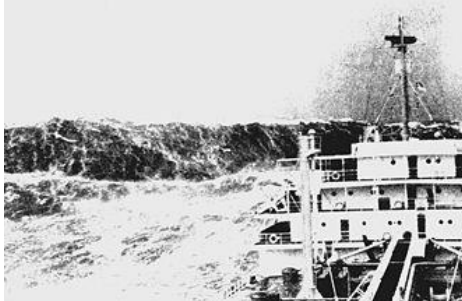
Abb: Konzertsaal

- 1) Erklären Sie, warum der Test der Lautsprecheranlage durch das Interferenzmodell beschrieben werden kann. Gehen Sie dabei auch auf Unterschiede zwischen der Realsituation und dem Modell ein. **(E10)**
- 2) Untersuchen Sie den Sachverhalt, indem sie rechnerische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen. **(E4)**
- 3) Stellen Sie ausgehend vom Interferenzmodell eine Hypothese auf, welche Auswirkungen es auf das Interferenzmuster hat, wenn die Lautsprecher entgegengesetzt gepolt angeschlossen werden. **(E1, E2)**
- 4) Beurteilen Sie die Aussage einer Internetquelle zum Großen Konzertsaal der Elbphilharmonie in Hamburg (<https://www.elbphilharmonie.de/de/elbphilharmonie>), dass auf allen Besucherplätzen, aufgrund der baulichen Gegebenheiten, ein ungestörter und erstklassiger Musikgenuss vorhanden ist. **(B2, B4)**

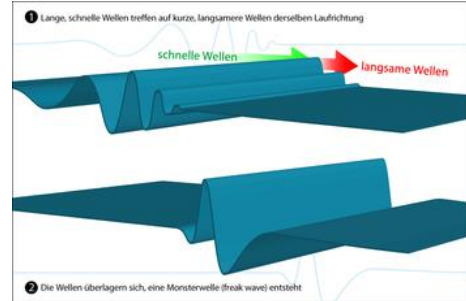
Arbeitsblatt 1

WISSENSCHAFT PHYSIK: Wie Riesenwellen entstehen

von Norbert Lossau (Chefkorrespondent Wissenschaft der Welt), veröffentlicht am 7. März 2017



Riesenwelle auf offener See.



Überlagerung vieler Wellen.

"Seit Jahrhunderten haben Seefahrer von riesigen Wellen berichtet, die auf hoher See ganze Schiffe in den Abgrund ziehen können. Lange wurden diese Berichte als Seemannsmärchen abgetan. Es waren die Ölbohrplattformen, die schließlich die Zweifel an den Schilderungen der Matrosen ausgeräumt haben. In den vergangenen 20 Jahren wurden auf solchen Plattformen tausende Monsterwellen beobachtet.

Keine Zweifel über Existenz von Riesenwellen

Im Jahr 1995 wurde eine norwegische Ölplattform von einer 26 Meter hohen Welle getroffen. Wenig später wurde das Kreuzfahrtschiff „Queen Elizabeth 2“ von einer Riesenwelle getroffen und beschädigt. Heute wird die Existenz von Monsterwellen (freak waves) nicht mehr bezweifelt. Sie treten in allen Weltmeeren auf und können eine Höhe von mehr als 30 Metern erreichen. Die Existenz dieser Superwellen lässt sich inzwischen auch durch die Messungen von hochsensiblen Satelliten belegen.

Überlagerung vieler Wellen

Natürlich ist eine Hoffnung der Forscher, die sich mit Monsterwellen beschäftigen, dass man diese rechtzeitig vorhersehen und Schiffe warnen könnte. Umstritten ist jedoch unter den Wissenschaftlern, wie die riesigen Wellen entstehen. Dass es sich dabei grundsätzlich um die Überlagerung vieler Wellen handeln muss, ist klar. Bei der Überlagerung (Interferenz) können sich dann die Wellenhöhen addieren."

Ungeklärt sind jedoch die weiteren Mechanismen, welche eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Riesenwellen spielen könnten.

Aufgabe: **Entwickeln Sie physikalische Fragestellungen zu dem Naturereignis aus dem Video und dem oben genannten Text? (Methode: Think – Pair – Square)** **(E1)**

Können solche Naturereignisse experimentell untersucht werden?

Ist es möglich, diese Phänomene in einem Modell experimentell oder mithilfe einer Simulation zu untersuchen?

Gibt es Theorien zur Entstehung von Riesenwellen?

Welche Faktoren beeinflussen die Entstehung und die Ausmaße der Riesenwellen?

Gibt es einen Fachausdruck für die Überlagerung von Wellen?

Können Überlagerung von Wellen auch bei anderen Wellenarten vor?

Welche weiteren Mechanismen spielen eine entscheidende Rolle bei der Entstehung der Riesenwellen?

Quellen:

Textauszüge in Hochzeichen aus <https://www.welt.de/wissenschaft/article162637234/Wie-Monsterwellen-entstehen.html>

Abbildungen aus <https://de.wikipedia.org/wiki/Monsterwelle>

Arbeitsblatt 2

Hinweise:

Zur Beantwortung der Aufgaben 1) und 2) stehen folgende Materialien zur Verfügung:

- a) das Experiment Wellenwanne
- b) die Simulation PhET Wave Interference
- c) das Schulbuch Cornelsen Physik Oberstufe
- d) gestufte Hilfen



Abb.: Regentropfen

Aufgabe 1: Stellen Sie eine Hypothese zur Entstehung des Interferenzmusters bei einer 2-Quellen-Interferenz auf. (E2, E4)

Als Interferenz wird die Überlagerung von Wellen bezeichnet.

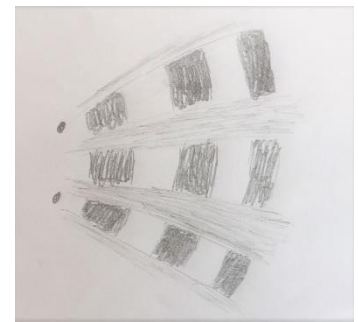
Im Interferenzmuster sind unterschiedlich strukturierte Bereiche erkennbar.

Von den 2-punktförmigen Erregern (Tropfen/Stifte) breiten sich 2 kreisförmige Wellenfronten aus.

Treffen an einer Stelle eines Wellenträgers mehrere Wellen aufeinander, so addieren sich dort die Auslenkungen der Schwingungen nach dem Superpositionsprinzip.

In den dunklen und hellen Bereichen des Interferenzmusters überlagern sich die Wellenzüge konstruktiv. Wellenberg vom oberen Wellenzug trifft auf einen Wellenberg vom unteren Wellenzug (heller Bereich), bzw. Wellental trifft auf Wellental (dunkler Bereich). Bei der konstruktiven Interferenz werden die Auslenkungen der Wellenzüge verstärkt (Maxima).

In den diffusen (verschwommenen) Bereichen kommt es zu einer destruktiven Interferenz: Ein Wellenberg trifft auf ein Wellental und die resultierenden Auslenkungen werden abgeschwächt (Minima).



Aufgabe 2: Untersuchen Sie den Einfluss von verschiedenen Größen auf das Interferenzmuster. (E2, E4)

Das Interferenzmuster wird beeinflusst durch: Frequenz, Amplitude, Abstand der Erreger.

Je höher die Frequenz, umso schmaler und zahlreicher werden die strukturierten Bereiche. Bei konstanter Ausbreitungsgeschwindigkeit wird die Wellenlänge kleiner.

Die Veränderung der Amplituden der Erreger führt zu einer Intensitätsveränderung des Interferenzmusters. Die hellen und dunklen Bereiche werden kontrastreicher. Je größer die Amplituden, desto größer sind nach dem Superpositionsprinzip die Maxima $s_{\text{res}}(t) = s_1(t) + s_2(t)$.

Bei Vergrößerung des Erregerabstandes werden die strukturierten Bereiche zahlreicher und schmaler.

Umgebungstemperatur, Wassertiefe und -dicke und Luftdruck werden als konstant betrachtet, sie können ebenfalls eine Rolle spielen.

Zusatz-Aufgabe: Beurteilen Sie anhand des Fachartikels (siehe Internet-link), ob Riesenwellen physikalisch modelliert und erklärt werden können? (S2)

<https://www.weltderphysik.de/gebiet/erde/atmosphaere/meere/monsterwellen/riesenwellen/>

Riesenwellen entstehen durch Überlagerung unterschiedlicher Wellen, dabei treten lineare Effekte wie die konstruktive und destruktive Superposition bei der Interferenz von Meereswellen auf. Grundsätzlich hat man es jedoch nicht mit Wellen einer einzelnen Frequenz, Höhe und Geschwindigkeit zu tun. Zusätzlich sind bei der Entstehung von Monsterwellen nicht-lineare Vorgänge vorhanden. Im Falle dieses nicht-linearen Verhaltens durch äußere Parameter wie Wind und starke Strömungen kann, eine gigantische Welle kontinuierlich aufgebaut werden. Die resultierende Amplitude kann dann deutlich höher sein als bei einer linearen Interferenz. Zurzeit gibt es noch keine eindeutigen Erklärungen und keine Modelle zu den Entstehungsmechanismen von Monsterwellen.

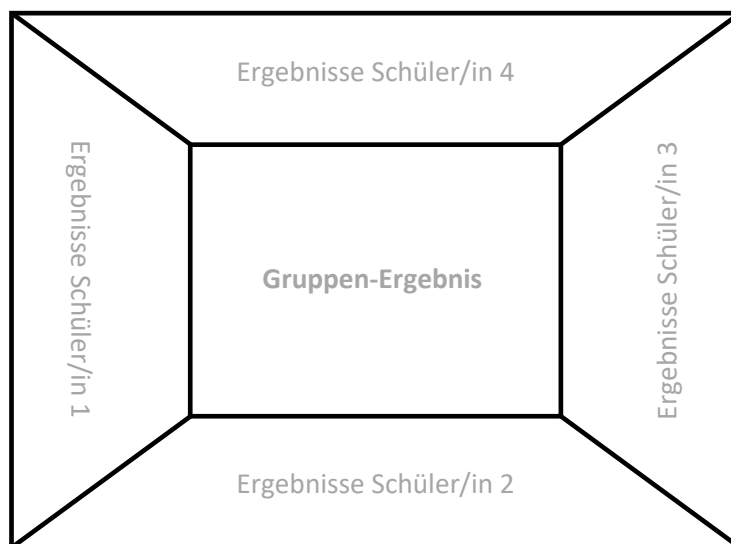
Arbeitsblatt 3 für Doku-Kamera



Arbeitsauftrag zur Überlagerung von Schallwellen

Planen Sie ein Experiment, um zu untersuchen, ob die Interferenz von Schallwellen im Klassenzimmer wahrgenommen werden kann. (E5)

Bearbeiten Sie die Aufgabe in 4-er Gruppen mit der Placemat-Methode.



Lösung zum Arbeitsauftrag Placemat:

2 Lautsprecher dienen als punktförmige Erregerquellen.

Mit einem Frequenzgenerator werden beide Lautsprecher gleichzeitig angesteuert, damit sind die Lautstärke und Wellenlänge beider Lautsprecher gleich.

Detektion der Lautstärkeunterschiede durch Mikrofone an verschiedenen Positionen im Klassenzimmer oder durch langsames Herumlaufen im Klassenzimmer oder pendeln auf der Stelle.

Hinweis für Lehrkraft: Fragend-entwickelnder Unterricht, dann Ergebnissicherung an der Tafel.

Während der Durchführung des Experiments: Beschreiben Sie Ihre Wahrnehmungen!

Im Physiksaal wird der Ton der Lautsprecher stellenweise lauter und leiser wahrgenommen.

Je weiter die Lautsprecher auseinanderstehen, umso enger liegen die Maxima und Minima nebeneinander.

Nach dem Experiment: Analysieren und interpretieren Sie das Ergebnis! (E6, E7, E9)

Bei Schallwellen tritt ebenfalls eine Interferenz auf.

Bei Schallwellen handelt es sich um Longitudinalwellen, welche sich kugelförmig ausbreiten.

Durch Reflexionen des Schalls an den Wänden und Gegenständen ist das Messergebnis nicht eindeutig.

Maxima und Minima werden im 3-dimensionalen Raum wahrgenommen.

Hausaufgabe

Optimaler Hörgenuss mit Noise-Cancelling-Kopfhörer für S1, E10 und B3



Ein Knopfdruck und der Umgebungslärm verstummt. Kopfhörer mit einer aktiven Lärmkompensation (ANC-Technik = Active Noise Cancelling) können störende Außengeräusche kompensieren. Wer viel unterwegs ist, kann sich zum Beispiel im Flieger oder Zug etwas mehr Ruhe gönnen. Diese Kopfhörer unterschiedlicher Hersteller werden auch auf Baustellen eingesetzt und sind ebenfalls beliebt im Freizeitbereich.

Bei der Auswahl der Kopfhörer sind folgende Kriterien zu betrachten:

- (A) Klang
- (B) Filtertechnik
- (C) Akku
- (D) Steuerung

Teilaufgaben 1

S1, E10

Erläutern Sie mithilfe einer Recherche, wie die Geräuschunterdrückung bei Noiseless-Kopfhörern funktioniert.

Beim sogenannten aktivem Noise Cancelling werden Umgebungsgeräusche per Mikrofon erfasst und einfach um 180 Grad in der Phase gedreht. Diese umgedrehten Schallwellen werden über den „normalen“ Lärm gelegt und löschen diesen (im Idealfall) aus.

Teilaufgaben 2

B3

Beschreiben Sie, wie die Kriterien (A) bis (D) erfüllt werden müssen, um einen optimalen Betrieb der Kopfhörer zu sichern.

Aufgabe	Lösung
(A) Klang	sauberer, ausgewogener Klang mit präzisen Bässen
(B) Filtertechnik	großer Frequenzbereich und Transparenzmodus
(C) Akku	Laufzeit und Lademöglichkeiten
(D) Steuerung	Bedienelemente nicht fummelig; deutlich beschriftet und erfühlbar

Teilaufgaben 3

B3

Geben Sie ein weiteres, oben nicht genanntes Kriterium an. Erläutern Sie, wie sich ihre Entscheidung aus Teilaufgabe 2 durch die Berücksichtigung dieses Kriteriums ändern könnte.

Kriterium: Tragekomfort, entscheidendes Kriterium für längere Reisen.

Kriterium: Bluetooth-Schnittstelle, nicht unmittelbar entscheidend, falls technische Alternativen vorhanden sind.