Die Orgel im Physikunterricht

Handreichung für Lehrkräfte der Sekundarstufen I & II

Instrument des Jahres 2021
Orgel

Inhaltsverzeichnis

1. Das Musikinstrument des Jahres (S. 2)
2. Wichtige Hinweise zur Nutzung der Materialien (S. 2)
3. Didaktische Grundlagen: Lernaufgaben (S. 3)
4. Lösungsmöglichkeiten (S. 5)
5. Kopiervorlagen (S. 9)

Unterrichtseinheit Orgel

Klassenstufe:

7 bis 12

Fach:

Physik, NaWi

Themen und Inhalte:

- didaktische Grundlagen
- Hinweise für Lehrkräfte
- Lösungsmöglichkeiten
- Kopiervorlagen

Zeitbedarf:

90 bis 120 min +

LANDESMUSIKRAT BERLIN musik für alle

Bayerischer Musikrat

Landesmusikrat BADEN-WÜRTTEMBERG e.V.

R. Dohrmann, Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik, 2021

Das Musikinstrument des Jahres

Die Orgel gilt als Königin der Instrumente. Sie ist das größte aller Musikinstrumente, das tiefste und höchste, das lauteste und leiseste. Seit 2017 sind Orgelmusik und Orgelbau durch die UNESCO als immaterielles Kulturerbe anerkannt. Sie ist das erste Tasteninstrument, das zum Instrument des Jahres gekürt wurde. Gründe genug, die Orgel ein Jahr lang in all ihrer Vielfalt zu feiern!

Wenn Sie die Orgel durch die „physikalische Brille" betrachten, werden Sie feststellen, dass es eine Vielzahl an physikalischen Zusammenhängen, Phänomenen und Wirkmechanismen rund um dieses außergewöhnliche Instrument zu entdecken gibt. Die beigefügten Materialien sollen als Orientierung, Inspiration sowie Vorlage dienen und Sie dazu anregen, das Thema im Physik- oder NaWi-Unterricht aufzugreifen.

Ich wünsche spannende Erkenntnisse und viel Spaß!

René Dohrmann

Wichtige Hinweise zur Nutzung der Materialien

Die Materialien sind so konzipiert worden, dass sie von den Schülerinnen und Schülern **selbstständig** (allein, im Team, in der Gruppe) sowohl im Präsenz- als auch im Fernunterricht bearbeitet werden können. Für einige Aufgaben werden ein Endgerät (Smartphone, Tablet, Laptop, PC) und Kopfhörer benötigt.

Bevor die Materialien an die Schülerinnen und Schüler ausgegeben werden, sollte abgeschätzt werden, welche Aufgaben in welchem Zeitraum überhaupt schaffbar sind. Es ist nicht zwingend notwendig alle Aufgaben zu bearbeiten. **Treffen Sie eine begründete Auswahl!**

Die **Lernhilfen** dienen dazu, die Schülerinnen und Schüler bei der selbstständigen Bearbeitung der Aufgaben zu unterstützen. Erklären Sie vorab deren Gebrauch. Sie sollten **nur dann benutzt werden**, wenn eine Schülerin oder ein Schüler (oder eine Gruppe, ein Team) **überhaupt nicht weiterkommt.** Die Hilfen sind somit eine **Maßnahme der Binnendifferenzierung**. Wenn die Hilfen genutzt werden, sollten die Schülerinnen und Schüler immer mit Hilfe 1 beginnen.

Sollten nicht ausreichend viele Endgeräte im Unterricht zur Verfügung stehen und/oder Sie verteilen die Materialien als Kopie, dann können Sie die Lernhilfen auch ausdrucken. Die entsprechenden Kopiervorlagen finden Sie ab Seite 7. Achten Sie beim Vervielfältigen auf den Einzug! Die Hilfen können während des Unterrichts vorne am Tisch bereitgelegt werden.

Für besonders **leistungsstarke und interessierte Schülerinnen und Schüler** werden vertiefende bzw. ergänzende Aufgaben bereitgestellt, die mit folgendem Symbol gekennzeichnet sind: 💡

Der **volle Funktionsumfang** des PDF-Dokuments, z. B. Texte vorlesen lassen, ist nur in Acrobat-Produkten garantiert. Die Verlinkungen im Dokument funktionieren in der Regel auch in anderen PFD-Readern. Sie finden die wichtigsten Links aber auch als QR-Code direkt bei den Aufgabenstellungen sowie in einer Zusammenfassung auf der letzten Seite der Materialien.

Die didaktischen Grundlagen für die Konzeption der Materialien werden im folgenden Kapitel näher erläutert.

Didaktische Grundlagen: Lernaufgaben

Im Rahmen der Diskussion um den erweiterten Inklusionsbegriff (z. B. Römer, 2014) ist auch die Förderung individuell ausgeprägter Begabungen und Leistungsdispositionen eine **Frage der Bildungsgerechtigkeit**. Eine Aufgabe des Bildungssystems ist es daher, „allen Kindern und Jugendlichen eine ihrem intellektuellen Vermögen und ihrer individuellen Leistungsfähigkeit entsprechende bestmögliche Bildung zu vermitteln" (KMK, 2009, S. 2).

In der Debatte um die **optimale Förderung aller Schülerinnen und Schüler im Regelunterricht** wird von einem dynamischen Begabungsbegriff ausgegangen, der zwar individuelle, genetische Voraussetzungen diskutiert, jedoch die Entwicklung einer Person in Wechselwirkung mit deren Umwelt in den Fokus nimmt (Ziegler, 2008; Stamm, 2010; Stadelmann, 2012). Ausschlaggebend ist dabei das „Zusammentreffen von personellen, situativen, instrumentellen und instruktionellen Optionen für optimale geforderte und ungeforderte Leistungen (aller Art)" (Anton, 2000, S. 126).

Dabei klingt bereits an, dass es sich bei **Begabungen bzw. Leistungspotenzialen** um Voraussetzungen handelt, die die Ausprägung von Kompetenzen entscheidend mitbestimmen (neben bspw. dem Vorwissen oder Präkonzepten). Die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern sind dabei äußerst komplex und gestalten sich von Person zu Person unterschiedlich. Dies führt im Kontext von Schule, neben anderen entscheidenden Faktoren, zu einer **großen Heterogenität in den Klassen** (Stadelmann, 2012).

Um diesen Umständen Rechnung zu tragen, ist es notwendig, dass die **Förderung aller Schülerinnen und Schüler** ein integraler Bestandteil des Schulalltags wird. Lehrerinnen und Lehrer müssen deshalb in die Lage versetzt werden, für individuelle Lernausgangslagen adaptive und damit differenzierende Lernangebote bereitstellen zu können (Fischer, 2019).

Innere Differenzierung oder auch **Binnendifferenzierung** „steht für die Strategie, Heterogenität nicht durch ein einheitliches Lernangebot zu ignorieren oder durch äußere Differenzierung zu reduzieren, sondern mit unterschiedlichen Angeboten für Teilgruppen innerhalb der Klasse (= innere Differenzierung) oder gar für jedes Individuum (= Individualisierung) an die Ausgangslagen der Lernenden anzuknüpfen" (Bohl, Bönsch, Trautmann & Wischer, 2016, S. 5f.). „Eine besondere Bedeutung kommt der Bereitstellung geeigneter Aufgabenformate zu […]" (KMK, 2015, S. 8).

Komplexe Lernaufgaben greifen diese Forderungen auf. Als Lernaufgabe wird in diesem Zusammenhang eine **Lernumgebung zur Kompetenzentwicklung** verstanden. „Sie steuert den individuellen Lernprozess durch eine Folge von gestuften Aufgabenstellungen mit entsprechenden Lernmateri-alien so, dass die Lerner möglichst **eigentätig die Problemstellung entdecken**, Vorstellungen entwickeln und Informationen auswerten. Dabei erstellen und diskutieren sie ein Lernprodukt, definieren und reflektieren den Lernzugewinn und üben sich abschließend im handelnden Umgang mit Wissen" (Leisen, 2010, S. 10). Während die Schülerinnen und Schüler eine Lernaufgabe bearbeiten, kommt der Lehrkraft lediglich die Rolle der Prozessbe-gleitung zu: sie steuert und regelt (Leisen, 2010).

Bei der Konzeption und Konstruktion von Lernaufgaben ist es wichtig, die Einstiegsaufgabe so zu gestalten, dass sie möglichst von allen Schülerinnen und Schülern gelöst werden kann und sie so zum Weiterarbeiten motiviert werden. Darüber hinaus sollten Lösungen nicht die Grundlage für die Arbeit an weiterführenden Aufgaben bilden. Das Anspruchsniveau sollte zudem nachvollziehbar gekennzeichnet sein (Hepp & Wegwerth, 2010).

Für einen erfolgreichen Einsatz im Unterricht bietet sich der Einsatz **gestufter Lernhilfen** an. Essentiell für deren Konzeption ist die Antizipation möglicher Bearbeitungsprobleme bei der Aufgabenstellung auf Seiten der Schülerinnen und Schüler durch die verantwortliche Lehrkraft (Hepp, 2010). Sie können Lernprozesse sowohl bei der Einzel- als auch bei Partner- oder Gruppenarbeit unterstützen. Darüber hinaus können sie in allen Schulphasen den Unterricht bereichern und lassen sich mit weiteren Methoden gut kombinieren (ebd.). Eine adäquate Gestaltung von Lernhilfen trägt deshalb dazu bei, das (kognitive) Potenzial der Schülerinnen und Schüler in höherem Maße auszuschöpfen bzw. zu aktivieren (Stäudel, Franke-Braun & Schmidt-Weigand, 2007).

Literatur

Anton, Michael A. (2000): Hochbegabung und Unterrichtsanspruch. Chemieunterricht in der Primarstufe. In: Renate Brechel (Hg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven. Alsbach: Leuchtturmverlag (Beitrag auf der GDCP-Jahrestagung 1999), S. 126–128.

Bohl, Thorsten; Bönsch, Manfred; Trautmann, Matthias; Wischer, Beate (2012): Binnendifferenzierung. Ein altes Thema in der aktuellen Diakussion. Zur Einleitung. In: Thorsten Bohl, Manfred Bönsch, Matthias Trautmann und Beate Wischer (Hg.): Binnendifferenzierung. Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht. 3. unv. Aufl. Immenhausen bei Kassel: Prolog-Verlag (Reihe: Theorie und Praxis der Schulpädagogik, 17).

Fischer, Christian (2019): Professionalisierung von Lehrpersonen zur individuellen Begabungsförderung. In: Christian Reintjes, Ingrid Kunze und Ekkehard Ossowski (Hg.): Begabungsförderung und Professionalisierung. Befunde, Perspektiven, Herausforderungen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, Julius, S. 174–189.

Hepp, Ralph (2010): Gestufte Lernhilfen. Ein wichtiges Methoden-Werkzeug zur Differenzierung. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik* (117/118), S. 38–40.

Hepp, Ralph; Wegwerth, Nicole (2010): Variation des Anspruchsniveaus von Aufgaben. Die zentrale Methode zur Differenzierung nach Schwierigkeitsgrad. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik* (117/118), S. 45–53.

KMK (2015): Förderstrategie für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 11.06.2015. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/350-KMK-TOP-011-Fu-Leistungsstarke_-_neu.pdf, zuletzt geprüft am 28.01.2019.

KMK (2009): Grundsatzposition der Länder zur begabungsgerechten Förderung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.12.2009. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_12_12-Begabungsgerechte-Foerderung.pdf, zuletzt geprüft am 28.01.2019.

Leisen, Josef (2010): Lernprozesse mithilfe von Lernaufgaben strukturieren. Informationen und Beispiele zu Lernaufgaben im kompetenzorientierten Unterricht. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik* (117/118), S. 9–13

Römer, Katja (Hg.) (2014): Inklusion: Leitlinien für die Bildungspolitik. 3. erw. Aufl. Bonn: Dt. UNESCO-Kommission e.V.

Stadelmann, Willi (2012): Begabungs- und Begabtenförderung: eine Aufgabe für Schule und Lehrerbildung. In: Christian Fischer, Christiane Fischer-Ontrop, Friedhelm Käpnick, Franz-Josef Mönks, Hansjörg Scheerer und Claudia Stolzbacher (Hg.): Individuelle Förderung multipler Begabungen. Allgemeine Forder- und Förderkonzepte. Berlin: Lit Verlag (Begabungsforschung, 12), S. 65–75.

Stamm, Margrit (2010): Begabung, Kultur und Schule. Gedanken zu den Grundlagen der Begabtenförderung. In: *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik (ZEP)* 33 (1), S. 25–33. Online verfügbar unter https://www.pedocs.de/volltexte/2014/9601/pdf/ZEP_2010_1_Stamm_Begabung_Kultur_Schule.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2019.

Stäudel, Lutz; Franke-Braun, Gudrun; Schmidt-Weigand, Florian (2007): Komplexität erhalten - auch in heterogenen Lerngruppen: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. In: *ChemKon* 14 (3), S. 115–122.

Ziegler, Albert (2008): Hochbegabung. München: Reinhardt.

CC BY NC ND

Lösungsmöglichkeiten (Auswahl)

Achtung! Die folgenden Lösungsmöglichkeiten stellen keine Musterlösungen dar, sondern dienen lediglich zur Orientierung.

Zu Aufgabe 1) :

Audio	Instrument
A	Pipa
B	Horn
C	Flügel, Klavier
D	elektrische Gitarre
E	akustische Gitarre
F	Schlagzeug
G	Querflöte
H	Glockenspiel
I	Kontrabass
J	Kirchenorgel
K	Mundharmonika
L	Hammond-Orgel
M	Violine

Zu Aufgabe 2)

1) Wind, 2) Manual, 3) Blasebalg, 4) UNESCO, 5) Kirche, 6) Pfeife, 7) Spieltisch, 8) Register
9) Frequenz, 10) Länge, 11) Organistin, 12) Pedal, Lösungswort: Schallwelle

Zu Aufgabe 3a)

Pfeife 1 (v. l.): 20 m
Pfeife 2: 10 m
Pfeife 3: 5 m
Pfeife 4: 2,5 m
Pfeife 5: 1,2 m
Pfeife 6: 0,6 m
Pfeife 7: 0,3 m

Zu Aufgabe 3b)

1ft = 0,3048 m
Pfeife 1: 19,51 m
Pfeife 2: 9,75 m
Pfeife 3: 4,88 m
Pfeife 4: 2,44 m
Pfeife 5: 1,22 m
Pfeife 6: 0,61 m
Pfeife 7: 0,3 m

Zu Aufgabe 3c)

Variante 1: Je länger/kürzer die Orgelpfeifen sind, desto tiefer/höher ist der Ton.

Variante 2: Wenn sich die Länge der Orgelpfeifen vergrößert/verkleinert, dann verkleinert/vergrößert sich die Frequenz.

Variante 3: Die Länge der Orgelpfeifen und die Frequenz der erzeugten Töne sind indirekt (oder: anti-) proportional zueinander.

Zu Aufgabe 3d)

Pfeife 1: 8,16 Hz
Pfeife 2: 16,35 Hz
Pfeife 3: 32,703 Hz
Pfeife 4: 65,406 Hz
Pfeife 5: 130,813 Hz
Pfeife 6: 261,626 Hz
Pfeife 7: 523,252 Hz

Zu Aufgabe 4b)

1 kHz entsprechen 1000 Hz. Die „Kirchenmaus" verfügt über einen Hörbereich von 7000 Hz – 115.000 Hz und kann keine der Orgelpfeifen hören.

Zu Aufgabe 4c)

Damit nur Wachsmotten die Orgelpfeife hören können, muss die tiefste Frequenz größer als 150 kHz sein, da das die höchste von Delphinen hörbare Frequenz ist. Sagt man also, dass die tiefste Frequenz der Orgelpfeife 151 kHz beträgt, darf diese maximal 1,06 mm lang sein.

Zu Aufgabe 5i.)

Beispiel 1: Es sind zwei unterschiedliche Töne zu hören.

Beispiel 2: Die zwei Töne „vermischen" sich und ergeben einen neuen Ton.

Beispiel 3: Die Töne löschen sich gegenseitig aus und man hört gar nichts.

Beispiel 4: Der Ton/die Töne wird/werden lauter und leiser.

Zu Aufgabe 5ii.)

Der Ton wird lauter und leiser. Je mehr die Frequenzen voneinander abweichen, desto schneller "schwankt" der Ton zwischen laut und leise.

Zu Aufgabe 5iii.)

Die beiden Schwingungen (mit leicht unterschiedlichen Frequenzen) überlagern sich. Durch Interferenz (Addition von Wellen) verkleinert und vergrößert sich die Amplitude der resultierenden Welle, was durch den Lautstärkenwechsel hörbar wird.

Zu Aufgabe 5iv.)

Beim Stimmen eines Instruments soll der gespielte Ton auf dem Instrument dem konkreten Ton genau entsprechen. Das bedeutet, dass die Frequenzen übereinstimmen müssen. Erklingt beispielsweise auf einer gestimmten Gitarre die Note E und auf einer ungestimmten Gitarre möchte man die E-Saite stimmen, so ist darauf zu achten, dass beim Anspielen beider Saiten, keine Schwebung entsteht. Falls eine Schwebung auftritt, unterscheiden sich die gespielten Frequenzen noch zu stark und es muss weitergestimmt werden.

Zu Aufgabe 4b)

Eine Orgel besteht aus einer Vielzahl von Orgelpfeifen. Diese unterscheiden sich in ihrer Länge und in ihrer Bauform. Durch die unterschiedlichen Längen können hohe und tiefe Töne gespielt werden. Mithilfe der verschiedenen Bauformen von Orgelpfeifen können unterschiedliche Klänge erzeugt werden. So klingen manche Orgelpfeifen, wie eine Flöte und andere wie eine Trompete.

Zu Aufgabe 5b)

1 kHz entsprechen 1000 Hz. Die „Kirchenmaus" verfügt über einen Hörbereich von 7000 Hz – 115.000 Hz und kann die beiden Orgelpfeifen nicht hören.

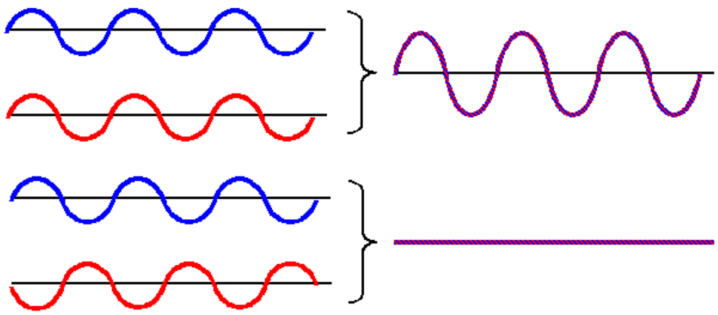
Zu Aufgabe 6a)

Alle Instrumente haben eine groβe Gemeinsamkeit: Es wird etwas zum Schwingen gebracht! Bei den Zupf- und Streichinstrumenten wie Gitarre, Violine oder Kontrabass werden durch Zupfen, Anschlagen oder Streichen Saiten zum Schwingen gebracht. Bei Aerophonen (z. B. Blasinstrumente) wie dem Horn, der Querflöte oder der Orgel wird eine Luftsäule in Schwingung versetzt. Bei Schlaginstrumenten wie den Trommeln eines Schlagzeugs werden Membranen (Felle) durch Anschlagen zum Schwingen gebracht.

Zu Aufgabe 6b)

Die Aussage stimmt. Um eine Schallwelle zu erzeugen muss eine Schwingung vorhanden sein, und nur durch das Schwingen des Trommelfells ist es uns möglich zu hören.

Zu Aufgabe 6c)



Interferenz von zwei Sinusschwingungen mit einer Phasenverschiebung von 360° (oben) und 180° (unten).
(Quelle: https://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/mw1_ge/kap_2/basics/b2_1_6.html, Zugriff: 16.02.21)

Zu Aufgabe 7a)

Die Tonhöhe ist davon abhängig, wie schnell ein Gegenstand (z. B. eine Gitarrensaite) oder die Luftsäule in einer Pfeife schwingt. Je kürzer die Länge einer Orgelpfeife ist, desto schneller schwingt die Luft in der Pfeife und der entstehende Ton ist umso höher (hohe Frequenz). Im Umkehrschluss folgt: Je länger eine Orgelpfeife ist, desto langsamer schwingt die Luft in der Pfeife und der entstehende Ton ist umso tiefer (tiefe Frequenz).

Zu Aufgabe 7b)

Eine Orgel besteht aus einer Vielzahl von Orgelpfeifen. Diese unterscheiden sich in ihrer Länge und in ihrer Bauform. Durch die unterschiedlichen Längen können hohe und tiefe Töne gespielt werden. Mithilfe der verschiedenen Bauformen von Orgelpfeifen können unterschiedliche Klänge erzeugt werden (Register). So klingen manche Orgelpfeifen wie eine Flöte und andere wie eine Trompete.

Zu Aufgabe Ü1a)

Formel: $L = \frac{c}{2f}$

Mit einer Frequenz von 15 600Hz für die kleinste Pfeife und 16Hz für die größte Pfeife ergeben sich die Längen 0,01m für die kleinste Pfeife und 10,72m für die größte Pfeife.

Zu Aufgabe Ü1b)

Gegeben: $f = 8{,}1Hz; L = 19{,}51m$

Gesucht: d

Formel: $L = \frac{c}{2f} - k; k = \frac{5}{3}d$

Nach d umgestellt und eingesetzt**:** $d = \frac{3(\frac{c}{2f} - L)}{5}$

Das ergibt mit eingesetzten Werten: $d = 0{,}998\,m \approx 1\,m$

Der Durchmesser der Pfeife beträgt ca. 1 m.

Zu Aufgabe Ü1c)

Einheitenabschätzung a:

$$[L] = \frac{\frac{m}{s}}{Hz}, \text{ mit Hz} = \frac{1}{s}$$

$$[L] = \frac{\frac{m}{s}}{\frac{1}{s}} = \frac{m\cancel{s}}{\cancel{s}} = m$$

Einheitenabschätzung b:

$$[d] = \frac{\left(\frac{\frac{m}{s}}{Hz} - m\right)}{1}, \text{ mit } Hz = \frac{1}{s}$$

$$[d] = \frac{\left(\frac{\frac{m}{s}}{\frac{1}{s}} - m\right)}{1} = \frac{\frac{m\cancel{s}}{\cancel{s}} - m}{1} m$$

Zu Aufgabe Ü2a)

Geg.: Strecke $s = 50m; c = 346{,}39\frac{m}{s}$ Ges.: Zeit t Formel: $c = \frac{s}{t}; t = \frac{s}{c}$

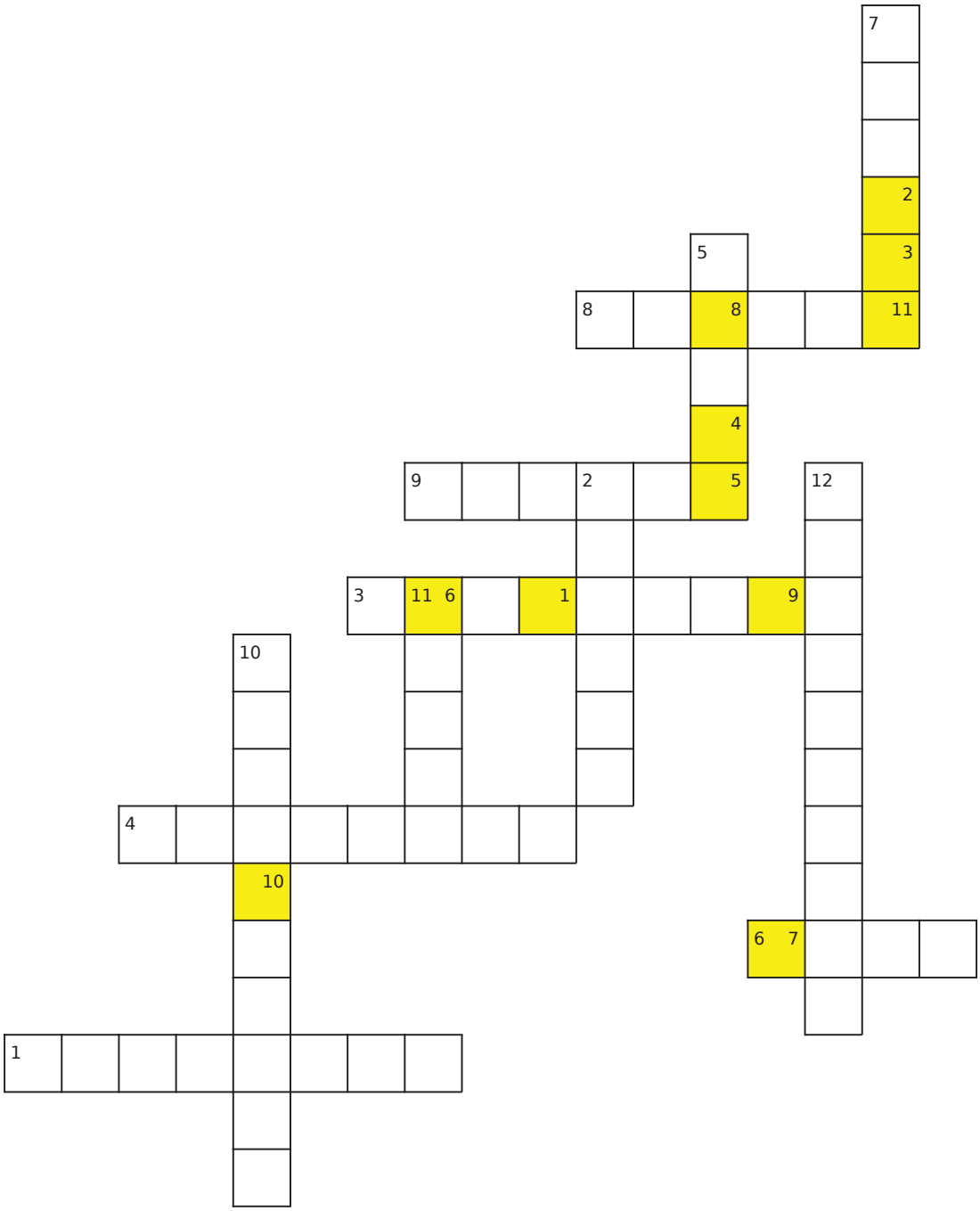
Das ergibt mit eingesetzten Werten: $t = 0{,}144s$. Die Zeitdifferenz beträgt 0,144s.

Zu Aufgabe Ü2b)

Geg.: $t = 0{,}144s; c = 334{,}53\frac{m}{s}$ Ges.: Strecke s Formel: $s = t * c$

Das ergibt mit eingesetzten Werten: $s = 48{,}17m$. Im Winter müsste die Entfernung 48,17m betragen, um denselben Höreindruck zu haben.

Reise durch die Orgel



Lösungswort:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Horizontal

8. Damit wird der Ton erzeugt.
9. So heißt bei der Orgel die Tastatur.
3. Damit wird der "Orgel-Wind" erzeugt.
4. Das wissenschaftliche Wort für "Tonhöhe".
6. Luft die durch die Orgelpfeifen strömt.
1. Bezeichnung für Orgelpfeifen desselben Typs.

Vertikal

7. Hier findet man die meisten Orgeln.
5. Wird mit dem Fuß gespielt.
2. Diese Organisation hat die "Tradition von Orgelbau und Orgelmusik" ins Kulturerbe der Menschheit aufgenommen.
12. Ein anderes Wort für Orgelspielerin.
11. Die Höhe des Tons wird bestimmt durch die .... der Orgelpfeife.
10. Die Tastaturen, Pedale und Regler befinden sich hier.

Aufgabe 3c)

-Hilfe 1 -

Aufgabe 3c)

-Hilfe 2 -

Aufgabe 3d)

-Hilfe 1-

Aufgabe 3d)

-Hilfe 2-

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

Variante 1
Je … die Orgelpfeifen sind, desto … ist der Ton.
Variante 2
Wenn sich die Länge der Orgelpfeifen …, dann … sich die Frequenz.
Variante 3
Die Länge der Orgelpfeifen und die Frequenz der erzeugten Töne sind … proportional zueinander.

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

Zwischen der Länge der Orgelpfeifen und der Frequenz besteht ein proportionaler Zusammenhang.

Aufgabe 3d)

-Hilfe 3-

Aufgabe 4a)

-Hilfe 1-

Aufgabe 4a)

-Hilfe 2-

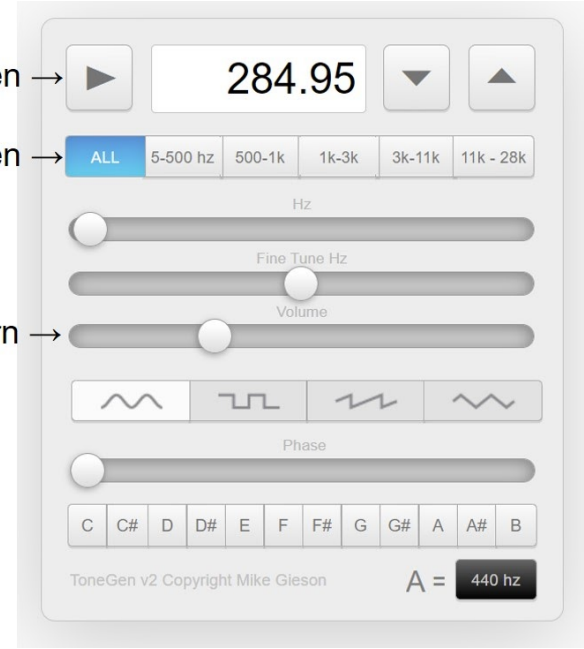
Wie berechnet man aus drei gegebenen Werten den gesuchten vierten Wert (wenn Proportionalität vorliegt)?
Erinnere dich an den ‘Dreisatz’ aus dem Mathematikunterricht.

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

Taste drücken zum Abspielen und Stoppen →

Frequenzbereich einstellen →

Lautstärke ändern →



Aufgabe 6c)

-Hilfe 1-

Aufgabe 6c)

-Hilfe 2-

Aufgabe 6c)

-Hilfe 3-

Aufgabe 7a)

-Hilfe 1-

Aufgabe 7a)

-Hilfe 2-

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

In Abbildung 8 werden die grüne und die rote Schwingung überlagert. Die daraus resultierende Schwingung ist schwarz dargestellt.
Übertrage diesen Zusammenhang auf die Aufgabenstellung.

Bei der Überlagerung kann es zu Auslöschung oder Verstärkung kommen.
Die Auslenkungen der ursprünglichen Wellen addieren sich und es entsteht eine neue Welle, deren Auslenkung sich aus den beiden ursprünglichen Auslenkungen ergibt.
Welle: Eine sich räumlich und zeitlich, periodisch (regelmäßig wiederkehrend) ausbreitende Schwingung (z. B. Schallwelle).

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

Je … die Orgelpfeifen sind, desto … ist der Ton (und damit die Frequenz).

Aufgabe 7c)

-Hilfe 1-

Aufgabe 7c)

-Hilfe 2-

Aufgabe 7c)

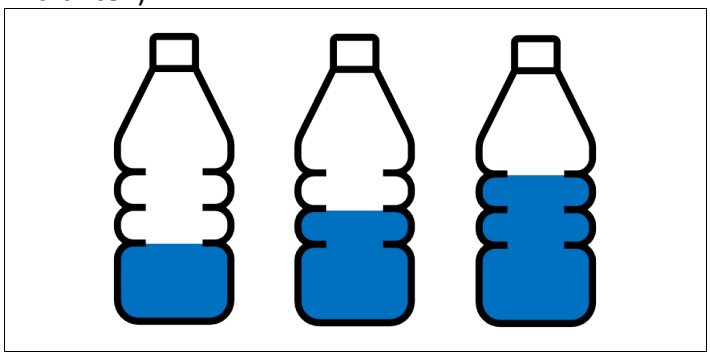
-Hilfe 3-

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

In Text 1 und in Text 5 wird erklärt, welche Funktion ein Orgelregister hat.
Im Bild unten sind verschiedene Register zu sehen.

(Foto: Kantor.JH, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons: Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orgelregister.JPG)

Unterschiedliche Füllhöhen bei den Flaschen ermöglichen verschiedene Tonhöhen (siehe Bild unten).



Jede Flasche muss nun (wie eine Orgelpfeife) gestimmt werden, damit sie einen Ton mit einer bestimmten Frequenz erzeugen kann.

Zum Beispiel werden die Noten c, a, h, f und g benötigt um das Lied ‘Hänsel und Gretel’ zu spielen.

Aufgabe 7c)

-Hilfe 4-

Aufgabe Ü2a)

-Hilfe 1-

Aufgabe Ü2a)

-Hilfe 2-

Pfeifen werden gestimmt, indem man einen Ton anhört, von dem man genau weiß, welche Tonhöhe er hat (zum Beispiel von einer Stimmgabel oder einem Stimmgerät).
Anschließend versucht man das Instrument (oder den Füllstand der Flasche) so einzustellen, dass der erzeugte Ton dieselbe Höhe wie der Vergleichston hat.
Töne zur Orientierung findest du hier: https://www.musicca.com/de/klavier

Erklärt euch gegenseitig (in der Klasse, mit deinen Geschwistern oder Eltern) die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.
Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

Temperatur der Luft ϑ in °C	Schallgeschwindigkeit c in m/s
+40	354,94
+35	352,17
+30	349,29
+25	346,39
+20	343,46
+15	340,51
+10	337,54
+5	334,53
0	331,50
−5	328,44
−10	325,35
−15	322,23
−20	319,09
−25	315,91

(Quelle: http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallgeschw.htm)